

SELECCIÓN DE PMIC'S PARA APLICACIONES DE BAJA POTENCIA

PMIC'S SELECTION FOR LOW POWER APPLICATIONS

Resumen

Lograr una buena administración de la energía almacenada en baterías es uno de los objetivos clave de diseño en aplicaciones de baja potencia para electrónica de consumo, aplicaciones médicas, Internet de las cosas y telemetría. Por lo tanto, es importante medir el consumo de energía del dispositivo en condiciones cambiantes a través de los PMIC's, quienes establecen la calidad y duración de las baterías. Para tal fin, existen varios parámetros a considerar cuando se emplean los PMIC's.

En este artículo se muestra una revisión de los principales tipos/modelos de baterías recargables, los conceptos básicos de los sistemas administración de energía y manejo de baterías, algunos aspectos comerciales y fabricantes/proveedores disponibles en el contexto colombiano, mas específicamente en la ciudad de Pereira – Risaralda.

Palabras clave: BMS (*Battery Management Systems* - Sistemas de Gestión de Baterías), monitoreo de baterías, PMIC (*Power Management Integrated Circuits* - Circuitos Integrados para Gestión de Baterías), telemetría.

Abstrac

Achieving good management of energy stored in batteries is one of the key design objectives in low power applications for consumer electronics, medical applications, Internet of things and telemetry. Therefore, it is important to measure the energy consumption of the device in changing conditions through the PMIC's, who establish the quality and duration of the batteries. To this end,

M. Sc. Marcela González Valencia, Gestor Línea de Electrónica y Telecomunicaciones, Tecnoparque nodo Pereira, Centro Atención Sector Agropecuario, SENA Risaralda, Colombia
margonzalez@sena.edu.co

M. Sc. Julio Cesar Arias Flórez, Instructor de Electrónica - Ambiente de Automatización y Manufactura, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Risaralda, Colombia.
jcariasf@sena.edu.co

Tecnólogo en Mantenimiento Electrónico e Instrumental Industrial Jorge Iván Sepúlveda Henao, Estudiante Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
jorge.sepulveda@utp.edu.co

there are several parameters to consider when using PMIC's.

This article shows a review of the main types / models of rechargeable batteries, the basics of energy management and battery management systems, some commercial aspects and manufacturers / suppliers available in the Colombian context, more specifically in the city of Pereira - Risaralda.

Keywords: BMS (Battery Management Systems), battery monitoring, PMIC (Power Management Integrated Circuits - Integrated Circuits for Battery Management), telemetry.

1. Introducción

Una razón para el creciente uso de equipos no conectados a la red, ha sido la disponibilidad de baterías y circuitos integrados de administración de baterías que brindan el soporte requerido para sistemas electrónicos cada vez más complejos.

Para monitorear las baterías, ya sean primarias (no recargables) o secundarias (recargables), se usan Circuitos Integrados (IC por sus siglas en inglés, *Integrated Circuits*) de aplicación específica; los IC disponibles actualmente para tal fin, bloquean su uso con un

número limitado de opciones de personalización, aunque existen otros más amigables que pueden adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones o tipos de baterías (Ng, Schwartz, Reay, & Markell, 1996).

Es importante mencionar que dichos dispositivos no se encuentran fácilmente disponibles, no se consiguen en las tiendas locales de la ciudad de Pereira y tampoco existen proveedores en Colombia, por no mencionar que en el país no existen fabricantes de circuitos integrados. En una etapa futura del presente trabajo, producto de la articulación entre Empresa, Centro de Formación SENA y Tecnoparque; se esperan conseguir todos los elementos necesarios para realizar pruebas experimentales. Por el momento, se presenta este trabajo de revisión que sirve para sentar una base teórica.

Métodos o Diseño Metodológico

Por medio de la investigación *descriptiva* se exponen las principales clasificaciones de tipos y modelos de baterías, los parámetros más relevantes de los BMS, los PMIC y algunas consideraciones comerciales importantes. Es necesario mencionar la relevancia comercial de estos circuitos integrados tan específicos, ya que se debe considerar no solo su existencia y prestaciones técnicas, sino también la forma de adquirirlos e implementarlos en Colombia, específicamente en la ciudad de Pereira.

El principal objetivo de esta investigación es proponer criterios técnicos y comerciales de selección de PMIC's en Colombia.

Como resultado se pueden establecer estas características técnicas y comerciales, como los criterios de selección de circuitos integrados para monitorear baterías en aplicaciones de baja potencia.

Análisis de resultados.

En la investigación desarrollada, se descubrieron y en algunos casos se confirmaron, los principales conceptos de funcionamiento de los PMIC. También, se logró establecer un punto de inicio para seleccionar IC y la viabilidad de su consecución y posterior uso.

3.1 QUÍMICAS DE BATERÍAS

Para la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (EPA por sus siglas en inglés, *Environmental Protection Agency*), las baterías se definen como: "un elemento que contiene una o más celdas electroquímicas que están diseñadas para recibir, guardar, y entregar energía" (EPA, 2016).

3.1.1 Tipos de Baterías

Las baterías primarias tienen un único uso, ya que sus elementos químicos no se recuperan una vez se entregan la energía eléctrica que contienen (no recargables). Las principales químicas internas de este tipo de batería son: secas o de carbón-zinc, alcalinas, botón óxido de mercurio (HgO) y litio (Vivanco Font, 2012).

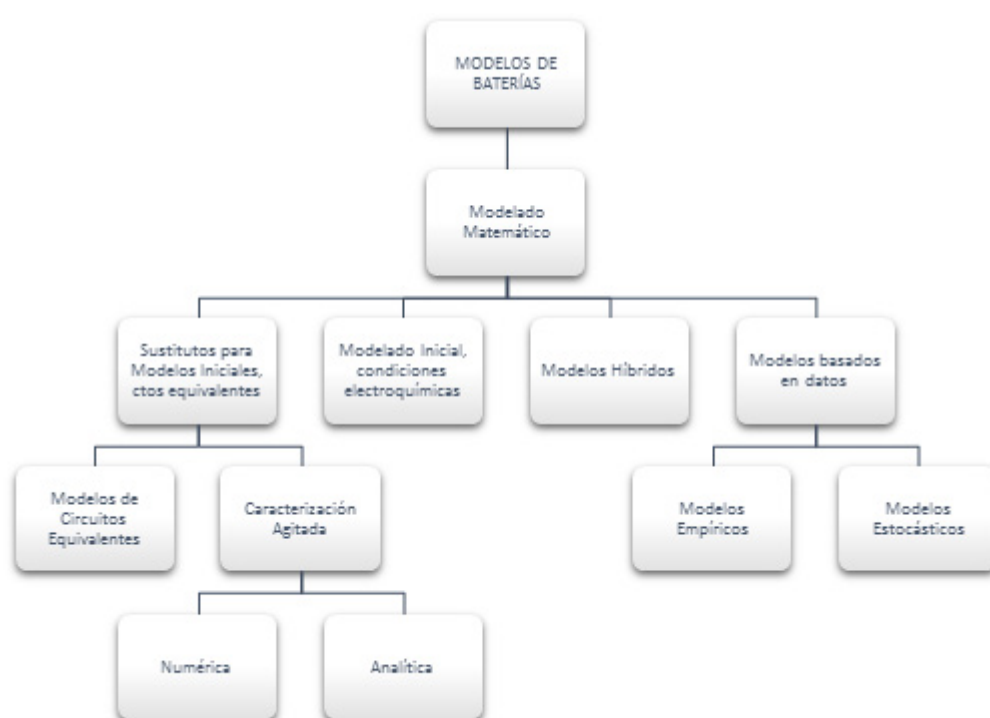
Las baterías secundarias o recargables, aquellas baterías que se pueden cargar y descargar varias veces gracias a que sus componentes invierten su reacción química, han ganado importancia debido a su importante potencial de uso, su aceptable costo de recarga y su bajo impacto ambiental en comparación con las baterías no recargables. Las baterías recargables más populares son: níquel cadmio (NiCd), hidruro de níquel-metal (NiMH), ion de litio (Li-ion) y polímero de litio (Li-pol) (Kanapady, 2017).

Las baterías de iones de litio tienen el mayor potencial electroquímico y la mayor densidad de energía por peso en comparación con otras baterías recargables. La batería de Li-ion es segura, siempre que se tenga precaución al cargar y descargar; su densidad de energía es aproximadamente el doble que la de una batería NiCd estándar. Además de alta capacidad, las características de carga son razonablemente buenas y se comportan de manera similar al NiCd en términos de descarga. Su voltaje de celda es relativamente alto (2.7 V a 4.2 V) y permite paquetes de baterías de una celda. En este tipo de baterías se recomienda evitar: cortocircuitos, sobrecargas, aplastamientos, caídas, desprendimientos, usar polaridad inversa, exponer a altas temperaturas o desarmarlas. Adicionalmente, es importante recordar que la batería de Li-ion debe usarse con su respectivo circuito de protección (Davis, 2018), (Sangwan, 2017).

3.1.2 Modelos de baterías

El desarrollo de modelos precisos y en tiempo real para baterías recargables sirve principalmente para buena gestión de la energía y un funcionamiento seguro de las mismas.

El comportamiento y operación de estas baterías se ha modelado de diversas formas, por ejemplo, usando modelos empíricos, electroquímicos, térmicos, entre otros. Entre esas aproximaciones sobresale el modelo basado en circuitos equivalentes para las baterías de Ion de Litio, debido a su balance aceptable entre complejidad y precisión (Trejos & Gonzalez , 2017), (Suresh, 2016).



Fuente. Elaboración propia

En la figura 1 se muestran los principales modelos de baterías que existen en la actualidad.

3.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Los dispositivos PMIC son IC de administración de potencia. Esta categoría incluye: reguladores de tensión, BMS y supervisores, controladores LED, controladores/indicadores de motor y controladores de sustitución en caliente. La mayoría de las soluciones tienen un IC principal, como el nombre lo sugiere, pero también requieren componentes adicionales para el completar el diseño (Schulz, 2017), (ARROW).

Los dispositivos BMS también se denominan

controladores de carga. Estos monitorean activamente el suministro de energía de una batería y son capaces de generar alertas de seguridad (en condiciones de falla o sobrecarga) y protección contra la reducción de la esperanza de vida de la batería a causa de la sobredescarga. Las baterías también tienen tensiones de carga y requisitos de corriente sofisticados, relativos a la química de la batería que estos dispositivos pueden controlar. Los niveles de la batería pueden caer por debajo de un nivel crítico en el que los circuitos dependientes fallarán. Los BMS pueden incluir entradas de detección de temperatura y la capacidad de detección de corriente (Young, 2013), (Ho, 2014).

3.2.1 Características BMS y PMIC

Estado de Carga (State of Charge -SoC)

Se define como la relación entre la capacidad actual de la batería Q_a y la capacidad nominal Q_n .

Estado de Salud (State of Health - SoH)

Se define como la relación de la capacidad máxima instantánea entregable por la batería en un momento $t - Q_{\max(t)}$ - y su capacidad cuando la batería estaba nueva Q_{nuevo} .

Equilibrio de celdas

Los circuitos de equilibrio de celdas igualan los niveles variables de voltaje de cada celda para restaurar la capacidad de la batería diseñada inicialmente.

Temperatura

Se usa no solo para evitar incendios y garantizar un sistema de almacenamiento confiable, sino también para determinar si es deseable cargar o descargar una batería en tiempos específicos.

Voltaje máximo de carga (Max Charging Voltage)

El voltaje máximo de carga se decide

por la química de la batería.

Carga completa (Fully Charged)

La batería se considera completamente cargada cuando la diferencia entre el voltaje de la batería y el de carga es menor de 100 mV y la corriente de carga es inferior a la mínima corriente de carga (curva característica) de la batería.

Voltaje mínimo de descarga (Mini Discharging Voltage)

Este voltaje también puede definirse como voltaje final y lo general equivale al voltaje cuando SoC es igual a 0.

Descarga completa (Fully Discharge)

Se considera que una batería está completamente descargada cuando el voltaje de la batería es igual o inferior al voltaje mínimo de descarga.

Cuenta de ciclos (Cycle Count)

Indica cuantos ciclos de carga / descarga ha experimentado una batería al envejecer. Por lo general, la capacidad de carga plena se reduce entre 10% y 20% después de 500 ciclos.

Auto-descarga (Self Discharge)

La auto-descarga de todas las baterías, indistintamente de su química, aumenta con temperaturas altas, la tasa de auto-descarga generalmente se duplica cada 10 ° C. Las malas prácticas de fabricación y el manejo inadecuado pueden aumentar este efecto.

Indicador de Combustible (Fuel Gauge)

Es responsable de estimar la capacidad de la batería en el sistema de gestión de batería. La función básica del indicador de combustible es monitorear: voltaje, corriente de carga/descarga, temperatura, y estimar: SOC y capacidad de carga total de la batería.

Contador de Coulomb (Coulomb Counter)
Para su funcionamiento es necesario

conectar una resistencia shunt en el camino de carga/descarga de la batería, medir el voltaje en dicha resistencia y luego transferir el valor actual de la batería, estando bajo carga o descarga. Un reloj en tiempo real (RTC por sus siglas en inglés, *Real Time Counter*) proporciona la base de tiempo necesaria para calcular la cantidad de coulombs.

3.3 Criterios recomendados de selección

Algunos consejos de selección

Incluso con IC especializados y específicos, el alcance y la profundidad de los PMIC disponibles pueden intimidar, pero no es necesario preocuparse. En primer lugar, se deben descartar aquellos en los que las especificaciones básicas no coinciden con los requisitos de nivel superior de la aplicación (entrada de tensión, salida de tensión, corriente, entre otros) (Schweber, 2017).

En la figura 2, se muestran los criterios de selección más útiles para elegir IC de monitoreo de baterías más apropiado para aplicaciones de baja potencia. También se muestran los principales fabricantes y distribuidores a nivel mundial.



Figura 2. Criterios de selección. Fuente. Elaboración propia

Discusión y conclusiones

De forma habitual se utilizan los términos de pila y batería sin distinción, refiriéndose a dispositivos de almacenamiento de energía, pero en realidad son dispositivos que guardan algunas diferencias

entre ellos. La batería pierde su carga eléctrica con el tiempo, mientras que la pila no. Es decir, una pila, se utilice o no, conservará su carga eléctrica, lo que no sucede con una batería. Dicha pérdida en el caso de las baterías es reversible lo cual no pasa en el caso de las pilas.

Cuando se selecciona un PMIC, se recomienda dar prioridad a los parámetros obligatorios del circuito, omitir los no necesarios y considerar los medios de consecución del mismo; de esta forma, se puede elegir más cómodamente un IC de aplicación específica que pueda facilitar las tareas del diseñador.

Es importante considerar el tipo de encapsulado y el protocolo de comunicación del PMIC para evitar obstáculos, tanto en la etapa de desarrollo de software como en la etapa de implementación; puesto que la fabricación de la tarjeta impresa (PCB por sus siglas en inglés, *printed circuit board*) requiere equipos de alta precisión en ciertos tipos de encapsulados.

Se debe recordar que los PMIC's no están disponibles en el país y que, dados los costos de consecución, la forma más factible es a través de muestras gratuitas de proveedores internacionales. Restringiendo así, los parámetros deseados a los parámetros permitidos por los proveedores. Sin mencionar artículos adicionales necesarios para su programación.

Referencias Bibliográficas

ARROW. (s.f.). *Soluciones en arquitectura avanzada de computación para telecomunicaciones (PMIC)*. Recuperado el 29 de junio de 2018, de www.arrow.com: <https://www.arrow.com/es-mx/categories/power-management/application-specific/pmic-solutions>

Davis, S. (2018). Chapter 9: Battery-Power Management ICs. En *Power Management* (págs. 1-26). Power Electronics Systems, Power Management Series.

EPA. (23 de mayo de 2016). Wastes. Hazardous Waste. Universal Wastes. Batteries. EPA. Estados Unidos de Norteamérica. Obtenido de <https://www.epa.gov/hw/universal-waste>

Ho, V. (2014). *Li-ion Battery and Gauge Introduction - Application Note*. Richtek Technology Corporation. Obtenido de <https://www.richtek.com/m/~/media/AN%20PDF/>

AN024_EN.pdf

Kanapady, R. K. (2017). Battery life estimation model and analysis for electronic buses with auxiliary energy storage systems. In *Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, 945-950.

Ng, A., Schwartz, P., Reay, R., & Markell, R. (1996). *Using the LTC1325 Battery Management IC - Application Note 64*. Milpitas, CA: Linear Technology Corporation. Recuperado el Junio de 2018, de <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/an64f.pdf>

Sangwan, V. S. (2017). Optimal parameter estimation of battery model for pivotal automotive Battery Management System. *Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, 1-6.

Schulz, Q. (2017). Power Management Integrated Circuits: Keep the Power in Your Hands. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=GSDWgm0YiaU>

Schweber, B. (2017). *Use Application-Specific Battery PMICs to Get Designs Finished Quickly*. Obtenido de <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2017/oct/use-application-specific-battery-pmics>

Suresh, R. T. (2016). Modeling of rechargeable batteries. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 63-74. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211339816300478>

Trejos, L. A., & Gonzalez, M. (2017). Conceptos técnicos para comprender los Sistemas de Gestión de Baterías BMS. *Vía Innova 4*, 37-46. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/article/view/1179/1424>

Vivanco Font, E. (2012). *Asesoría Técnica Parlamentaria - Baterías y Pilas impacto en el medio ambiente*. Santiago de Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Young, K. W. (2013). Electric vehicle battery technologies. *Electric vehicle integration into modern power networks*, 15-56. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-0134-6_2